BOTANICORUM POLONIAE
ACTA SOCIETATIS
Vol. XXVI — Nr 2
1957

Vliv humusovych látek (oxyhumolitu) na rostliny

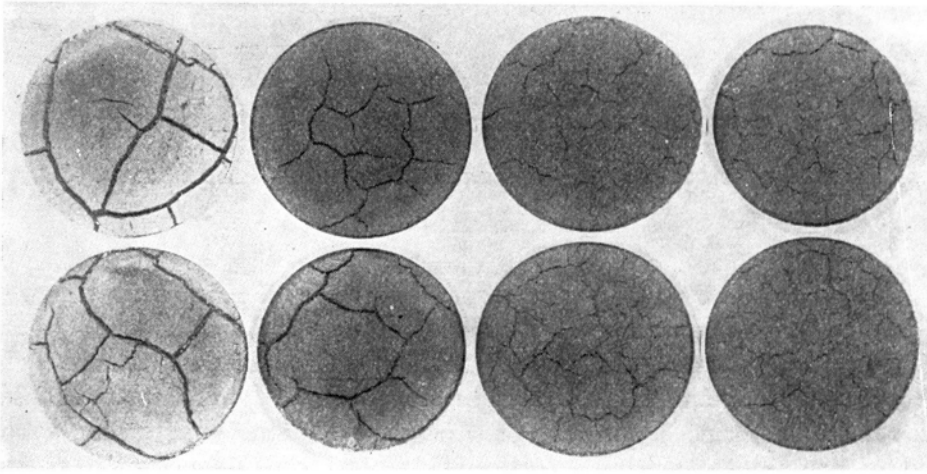
The effect of humus substances (Oxyhumolits) on plants

S. PRAT, J. ČATSKY a O. MELICHAR

Otázka vlivu a zužitkování severočeských sypkých zemitých uhlí, lidově zvaných kapucíny, dnes označovaných oxyhumolity nás vedla k podrobnějšímu sledování vztahu rostliny k humusovým látkám. Tyto problémy jsou velmi staré. Na radu Kašpara Sternberga zkoušel už roku 1795 W. A. Lampadius české uhlí i jeho popel a doporučoval je k zvyšování sklizně. Přesto však i přes velmi bohatou literaturu o humusových látkách z nejrůznějších hledisek nejsou t.zv. humusová hnojiva v praksi zdaleka tak rozšířena, jak by se podle toho zdálo; v literatuře je i dosti hlasů proti nim. Je to jistě i proto, že při dlouhé empirii ani podklad není dobře propracován a přes množství prací a teorií ani základní otázky nejsou jasné. Velká variabilita a labilita humusových látek, nestejný původ surovin a různý způsob preparace i aplikace jsou jisté hlavní příčiny někdy protichůdných a vzájemně si odporujících výsledků pokusů, vedle jiných vlivů prostředí.

Dosud na př. nebylo snad vůbec poukázáno na rozpor příznivých vlivů humusových látek na růst rostlin proti udávaným antibiotickým vlivům rašeliny. Bude nutno osvětlit, které složky rašeliny příznivě nebo nepříznivě působí, jde-li o vliv různých látek, jaký význam při tom má stupeň humifikace (vrstva, resp. stáří rašeliny, poloha v profilu), výchozí materiál (jevnosnubné rostliny, mechy atd., rašeliny, slatiny) a způsob humifikace; je nutno sledovat, je-li podstatný rozdíl v reaktivitě půdních bakterií a kořenů na straně jedné a patogenních mikrorganismů na straně druhé. Dosavadní práce osvětlují v tomto ohledu jen úseky, jež nemají být generalisovány. Podle pokusů J. Květa je brzdivý vliv výluhů rašelin na bakterie málo nápadný, často se objevovala i stimulace a různé výluhy se obsahem biologicky účinných látek podstatně lišily. Vedle toho reagovala v jeho pokusech ze zkoumaných mikroorganismů jen *Escheria coli*, vliv na *Staphylococcus aureus* byl zanedbatelný. Je tedy

otázka antibakterijního vlivu rašeliny velmi složitá. Důležitý je závěr, že pokud lze o biologicky aktivních látkách v rašelině mluvit, jsou i v extraktech čistých kultur živých rašeliníků, nevznikají tedy až při humifikaci a nejsou aspoň v určitých případech produkty mikrobiální činnosti.



Obr. 1. Zemina (ornice z hloubky 20 až 30 cm, slabě alkalická, čerstvě nehnojená minerálními hnojivy) prosetá sítem 0,25 mm. Kontrola a směs s oxyhumolitem Osvobození. a) kontrola, b) 3 kg/m², c) 6 kg/m², d) 9 kg/m².

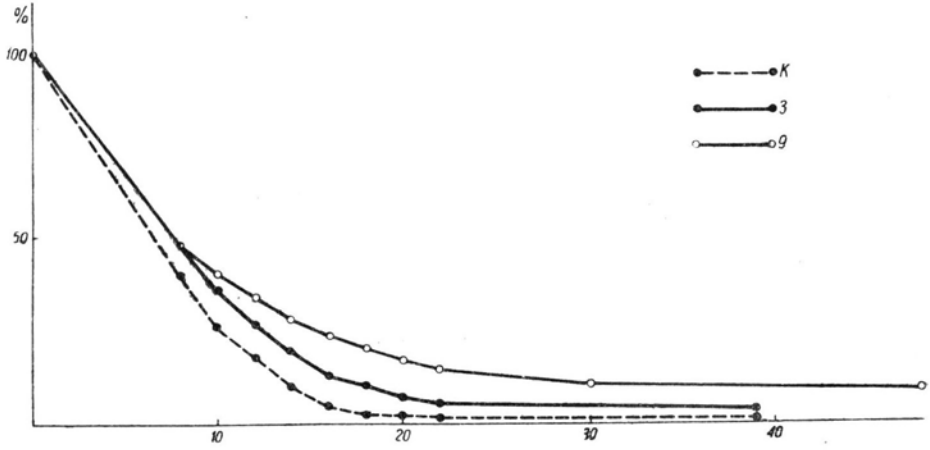
Fig. 1. Soil (taken from a depth of 20 to 30 cm., slightly alkaline, freshly fertilized with chemical fertilizers), sieved through a 0,25 mm. sieve. Control sample and mixture with oxyhumolit Osvobození. a) control, b) 3 kg per square metre, c) 6 kg per square metre, d) 9 kg per square metre.

Zdánlivě velmi vzdálená je otázka hnojení rostlin humolity a otázka léčivých peloidů. Rašeliny i slatiny se sice odedávna používá k oběma účelům; navrhuje se přímá (nebo nepřímá) aplikace různých druhů hnědého uhlí jak v zemědělství, tak jako léčebného peloidu. Přesto však je jasné, že výklad jejich působení nemůže být jednotný; je jistě mnoho podstatných rozdílů mezi vlivem na růst rostliny a vlivem na zdravé nebo nemocné tělo. Je zde však jistě jeden základní styčný bod, jenž zvláště při dnešní snaze využíti léčebných vlastností slatinných vod (extraktů) v kurách pitných jasně vyniká. Je to obecná otázka nejen o vlivu různých humusových látek, nýbrž i jejich četných průvodních složek na buňku a na celý živý organismus; na tento problém se jak otázky rostlinného metabolismu, tak otázky o vlivu na zdravé i nemocné tělo musejí především soustředit. Je nutno podstatně doplnit práce o přímem vlivu humusowych látek na různé vlastnosti (strukturu) plasmy.

V našich pokusech jsme především sledovali vliv oxyhumolitů na růst různých rostlin. Několikaleté vegetační pokusy, jež jsme založili

z Dr. Jos. Vávrou, ukázaly v některých případech velmi příznivý vliv oxyhumolitů přidaných do půdy i v extraktu do živného roztoku; jiné vzorky však měly i značně depresivní vliv.

Největší obtíží při techto pokusech je, že nejen materiál z různých lokalit, nýbrž i jednotlivé vrstvy a různá místa téže lokality se od sebe



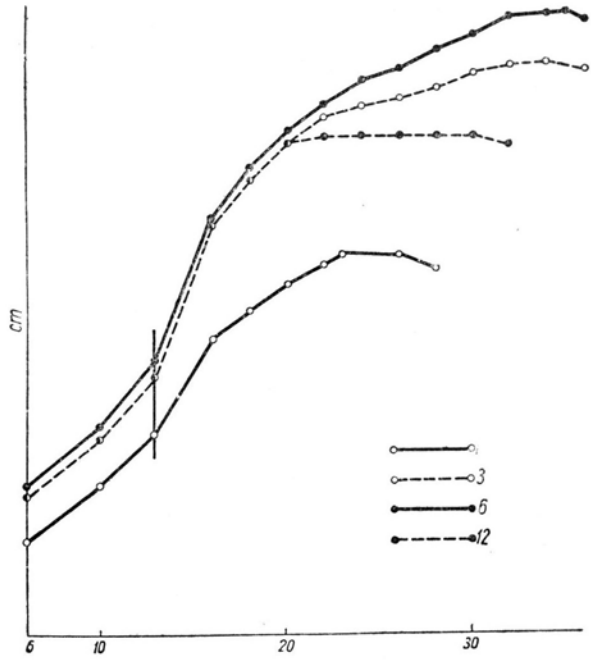
Obr. 2. Jak postupně vysychá zemina (nehnojená žlutka pH = 7,5) v Penkových válečcích. Zemina s maximální vodní kapacitou = 100%, váhy postupně ubývá (osa Y) s časem (hodiny na ose X). Kontrola a oxyhumolit Osvobození 3 kg/m² a 9 kg/m².

Fig. 2. How the soil gradually dries out in Penka cylinders. Earth with maximum water capacity = 100%, weight gradually decreases (Y co-ordinate) in the course of time (hours on X co-ordinate). Control and earth with oxyhumolit Osvobozeni (3 kg per square metre and 9 kg per square metre).

podstatně liší. Chemická analysa zde mnoho nepomůže, poněvadž nezachycuje kvalitativní rozdíly jednotlivých složek a různých humusových sloučenin s dostatečnou přesností a specificitou pro biologické závěry.

Podle dostupných chemických analys jsme dosud nemohli zjistit, proč se oxyhumolity z různých lokalit a eventuálně i z různých míst (vrstev) jedné lokality chovají v biologických (vegetačních) pokusech tak různě. Důležité rozdíly však stanovila palynologická analysa Dr. Pacltové. Ve vzorku Osvobození bylo na ploše 20 × 30 mm asi 55 pylových zrn, z toho 23,4% konifer, 76,6% angiosperm s převládajícími kupuliferami a minimem monokotyl. Ojediněle byla pylová zrna *Alnus, Ulmus, Myricaceae* a sklerotia. I když ve vzorku oxyhumolitu Hrabák pylová zrna nebyla nalezena, bylo by bez dalších dokladů odvážné soudit, že příznivá biologická aktivita Osvobození souvisí s jeho obsahem pylových zrn.

Nejlépe se nám ve všech případech osvědčil oxyhumolit z dolu Osvobození v Řetenicích u Teplic v severních Čechách, jenž v původním ma-



Obr. 3. Len (*Linum usitatissimum*). Pokus s oxyhumolitem Osvobození. Len vyset 19.IX.1953, rostliny začaly klíšit 22.IX. Od 25.IX. měřena denně (dny na ose X) výška rostlin (cm na ose Y). Až do 1.X.. denní zálivka (20 ml vody), po 1.X. (od značky) nezaléváno.

	Rostliny přestaly růst	začaly vadnout
Kontrola	12.X.	16.X
3 kg/m²	22.X.	23.X.
6 kg/m²	22.X.	24.X.
12 kg/m²	11.X.	16.X.

Fig. 3. Flax (*Linum usitatissimum*). Experiment with oxyhumolit Osvobozeni. Flax sown September 19, 1953, plants began to germinate Sept. 22. Measured daily, beginning Sept. 25 (days on co-ordinate X), giving height of plant (cm. on co-ordinate Y). Watered daily up to October 1 (20 ml. of water), after Oct. 1 (where marked) not watered

	Plants ceased growing	Plants began to wither
Control group	Oct. 12	Oct. 16
3 kg. per square metre	Oct. 22	Oct. 23
6 kg. per square metre	Oct. 22	Oct. 24
12 kg. per square metre	Oct. 11	Oct. 16

teriálu má až přes 40% vody a 5 až 10% popela. Různé vrstvy obsahují 0,18 až 0,49% FeS_2, v popelu je také poměrně dosti různých mikroelementů (na př. 0,15% MnO, různá množství molybdenu, mědi, chromu, titanu, vanadu a jiných). Na význam, který mohou mít mikroelementy obsažené v některých druzích oxyhumolitu, upozornil Ant. Němec. To by

mohlo být důležité na půdách chudých na oligobiogenní elementy. Spektrální analysa na mikroelementy, kterou nám opatřila Dr. M. Zelinková a výsledky srovnané z analys kontrolního a pokusného záhonku nevedly však k zřetelným závěrům, jež by dovolovaly posoudit význam některého mikroprvku. Je to pochopitelné, poněvadž i při vysokých dávkách oxyhumolitu je zahradní půda mikroelementy poměrně málo obohacena.

Obsah minerální složek oxyhumolitů není takový, aby mohl v užívaných dàvkách podstatně zvýšit množstvi nutných makroživin. Na to poukázal už Kissel. Celkový obsah popela oxyhumolitů kolísá od 4% do 20%. Těmto procentům neodpovída celkové množství uhlíku, což svědcí o různém chemickém složení organické hmoty. Množství dusíku kolísá, forma vazby není známa. V žádném vzorku, který analysoval Dr. M. Smíšek, nebyl nalezen amoniak. Poměrně malé množství dusíku nemůže kvantitativně odpovídat přímému zvýšení růstu; ale nepřímo mohou mít oxyhumolity značný vliv na dusíkatý metabolismus podporou nitrifikačních pochodů.

Je však známo, že různé druhy hnědého uhlí mohou vázat značná množství amoniaku. Podle pokusů J. Květa se z roztoku močoviny přelité na písek uvolňoval amoniak za třicet dní, s přídavkem oxyhumolitu za stejnou nebo za podstatně delší dobu, kdežto z močoviny nassáté v rašeliníku nebo v rašelině unikal amoniak už za čtyři dni.

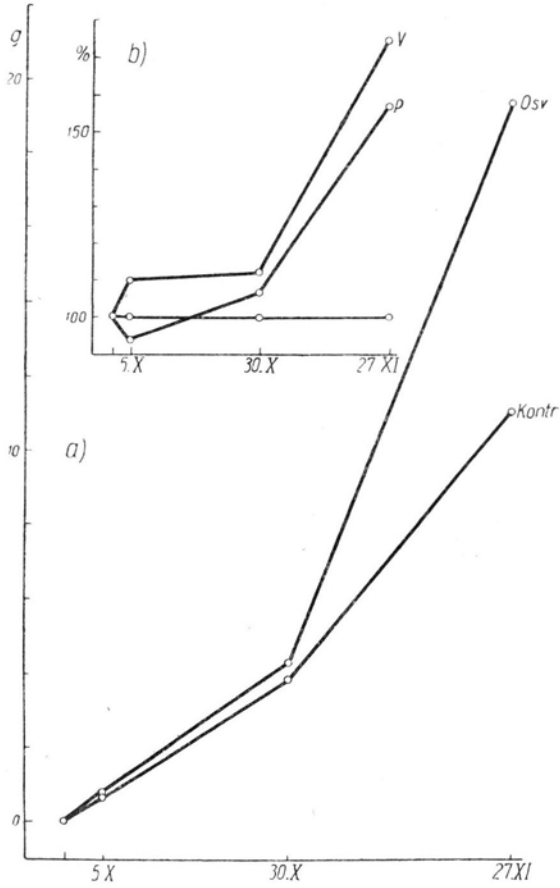
Popely všech oxyhumolitů obsahují značná množstvi SiO_2, asi 30 až 54% v popelu. Podle různých pokusů se živnými roztoky by tento obsah kyseliny křemičité mohl mít vliv na resorbci živin.

Mnohem důležitější jsou organické složky. Různé druhy oxyhumolitů obsahují různé procento huminovýh látek. Nejsou však nijak blíže určeny a bude potřeba řady speciálních analys, aby se zjistily jejich vlastnosti. Podle analys Dr. Rud. Procházky obsahují různé vzorky oxyhumolitů.

Huminové kyseliny:

Oxyhumolits:

	Osvobozenî	Svoboda	Václav	Hrabák	Fučik
veškeré — All types	57,8	64,8	60,8	47,5	58,4
volné — Free	32,1	29,2	36,1	32,9	36,9
vázané na Ca Bound to Ca	24,5	35,4	24,2	9,9	17,2
součet — Sum total	56,6	64,6	60,3	42,8	54,1
diference — Difference	1,2	0,2	0,5	4,7	4,3



Obr. 4. Len *(Linum usitatissimum)*. Seto 30.IX. 1953. Analysy 5.X. (dwa dny po vzejití), 30.X., 27.XI.1953. a — průměrná čerstvá váha 40 rostlin během vegetace, b — výnos zelené hmoty (V) a obsah fosforu v sušině (P) během vegetační doby vyjádřené v procentech kontroly.

Fig. 4. Flax *(Linum usitatissimum)*. Sown Sept. 30, 1953. Analyses October 5 (two days after sprouting), Oct. 30, Nov. 27, 1953. a) average fresh weight of 40 plants during vegetation, b) yield of green matter (V) and phosphorus content in dry substance (P) during vegetation period, expressed as percentage of control group.

Huminové kyseliny se snadno rozpouštějí v chloralhydrátu, ve fenolu s kyselinou mléčnou i v jiných organických kyselinách (mravenčí, octová). Že se jedná o různou kvalitu huminových kyselin, resp. jejich doprovodných látek, je možno usuzovat z jejich různé rozpustnosti a z toho, že některé se vlivem hydroperoxydu odbarvují, jiné však

svoje temně hnědé zbarvení zachovávají. Také reakce s parafenylendiaminem probíhaji různě.

Výsledky chem, rozboru, vzorku oxyhumolitu „OSVOBOZENI" Řetenice u Teplic, který analysoval B. Brožek (Výzkumný ústav balneologický Františkovy Lázně)

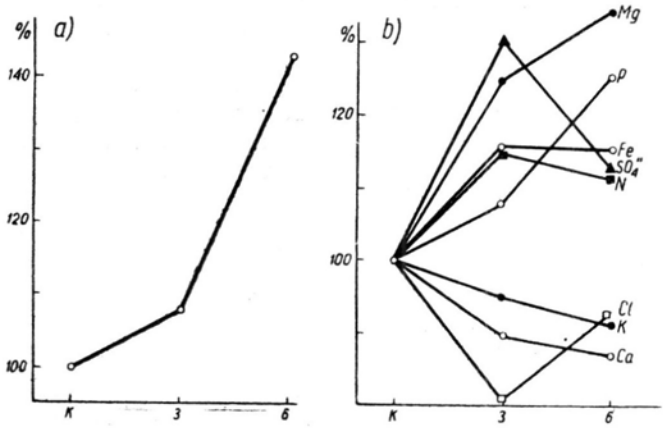
Water content in material dried in air	Obsach vody v materiálu sušeném na vzduchu . .	15,56%
Water extract pH	Vodní výluh pH	4,75
Residual matter after evaporation	odparek	0,75 mg/l
Anorganic matter (according to loss by incineration)	Anorg. látky (podle ztráty žehem)	25,15%
Organic matter	org. látky	74,85%
Total nitrogen	celkový dusík	1,16%
Non-hydrolyzable nitrogen	nehydrolysovatelný dusík .	0,76%
Substance soluble in benzene	látky rozpustné v benzenu	5,84%
Substances soluble in alcohol	látky rozpustné v alkoholu	13,99%
Carbon from alcohol extract	uhlík z alkoholického extraktu	8,00%
Substances soluble in water	látky rozpustné ve vodě .	1,20%
Substances soluble in 2% HCl . . .	látky rozpustné ve 2% HCl	3,62%
Substances soluble in 72% H_2SO_4 . . .	látky rozpustné v 72% H_2SO_4	2,10%
Humic acids	huminové kyseliny	39,69%
Substances accompanying humus, fulvic acids	doprovodné látky humusu, fulvokyseliny	1,71%
Humus substances and lignite, resistant N-compounds	huminy a lignin, resistentní N-sloučeniny	3,91%
Sum of components is 100.44	Součet složek dává 100,44	

Vliv oxyhumolitů a humusových látek vůbec je nutno sledovat z různých hledisek, jež možno posuzovat hlavně ve dvou směrech: Jeden jsou vlivy fysikální, jako dávno známý vliv na půdní strukturu, aerace, vazba vody a pod. Ale je nutno z druhé strany sledovat vliv humusových látek nejen v půdě, nýbrž i jak působí na rostliny v živných roztocích, v extraktech, kde se uplatňují rozpuštěné látky nebo koloidní systémy. Je pak ovšem nutno obě tato hlediska spojit v jednotný výklad.

Nepříznivý vliv na půdní strukturu může mít natrium nebo kaliumhumát. Jinak se však skoro vždy uvádí velmi příznivý vliv, který už od r. 1929 zdůrazňoval Kissel. Znalost Viljamsových prací zřejmě mu velmi prospěla při jeho důkladném rozboru půdní struktury za vlivu uhelných hnojiv a k jeho pokusům o půdní struktuře bylo přidáno zatím jen málo novějšího.

Ve všech našich pokusech byl vliv na půdní strukturu velmi zřetelný a nápadný jak v pokusech nádobových, tak ve volné půdě. V polním pokusu v Řepích u Prahy byl na kontrolních parcelách silný škraloup,

kdežto půdy s oxyhumolity byly velmi dobře strukturované (drobtovité a hrudkovité). Pouze na hlinitých a písčitohlinitých půdách pokusů v Pohořelicích na jižní Moravě dávky oxyhumolitů zlepšovaly fysikálni a chemické vlastnosti půdy celkem málo a na sklizni se projevily nepatrně a nevýrazně (B. Šefránek).



Obr. 5. Ječmen *(Hordeum vulgare)* Mutěnice. a) Výnos zrna v procentech kontroly. b) Procentuální obsah prvků v sušině zrna v procentech kontroly. Kontrola a jihomoravský lignit v dávkách 3 kg/m² a 6 kg/m².

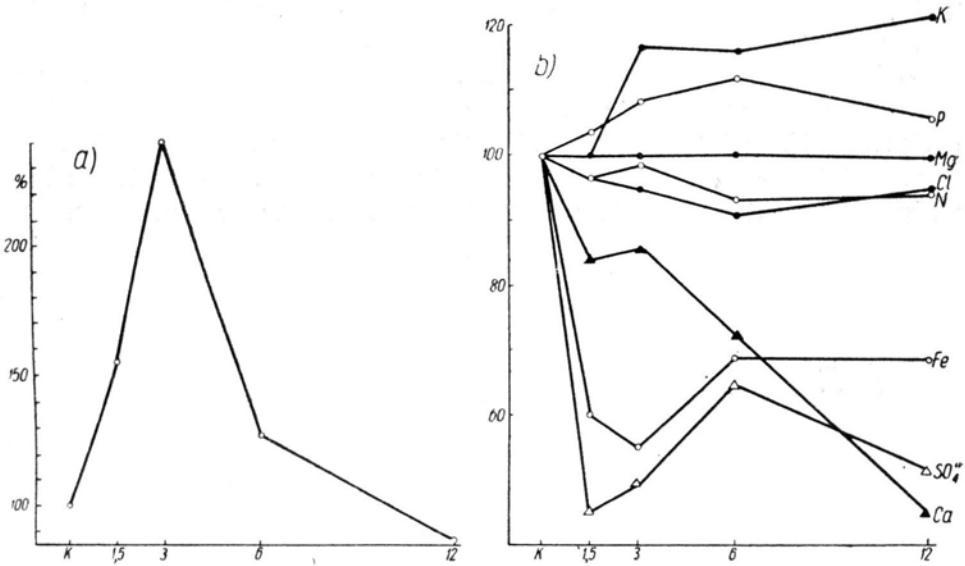
Fig. 5. Barley *(Hordeum vulgare)* Mutěnice. a) yield of grain as percentage of control, b) percentage content of elements in dry matter of grain as percentage of control group. Control group and group with south Moravian lignite in dosages of 3 kg per square metre and 6 kg per square metre.

Ale pravidelně se zřetelně ukazoval příznivý vliv přidaných oxyhumolitů na strukturu půdy. Uvádějí to i praktivé i školní pokusy (jemně písčité půdy — mičurinský kroužek školy v Mutěnicích). U cukrovky byla v polních pokusech zjištěna snažší dobyvatelnost bulev z parcely s oxyhumolity, což je patrno též na průměných nečistotách, které byly na pokusném poli asi 5%, u kontroly 7,5% (M. Drachovská).

Jednou z nejnápadnějších vlastnosti je zvýšená vododržnost. Měl-li kontrolní záhon v pokusu s květákem (1952) stoprocentní obsah vody, byl na záhonech s oxyhumolitem (J. Vávra):

Osvobození	128%
Svoboda	122%
5. květen	103%

První dva oxyhumolity působi na růst příznivě, kdežto poslední neměl zřtelný vliv nebo i růst brzdil.



Obr. 6. Vliv hnědého uhlí Pátý květen na ředkvičku *Raphanus sativus* v zahradní půdě. Seto 18.IV.1953. Sklizeň 10.VI.1953. a) výnos bulev v % kontroly (J. Vávra), b) obsah prvků v sušině v % kontroly (J. Čatský).
Fig. 6. Effect of brown coal May Fifth on radish *Raphanus sativus* in garden soil. Sown April 18, 1953. Harvested June 10, 1953. a) yield of radishes as % of control (J. Vávra), b) content of elements in dry matter as % of control (J. Čatský).

Část vody poutaná oxyhumolity se uvolňuje ze zeminy vyschlé za běžné teploty na vzduchu. Zemina vyschlá na vzduchu (ploché misky) ztratila po zahřátí v sušárně ještě tato procenta vody (J. Vávra 1952):

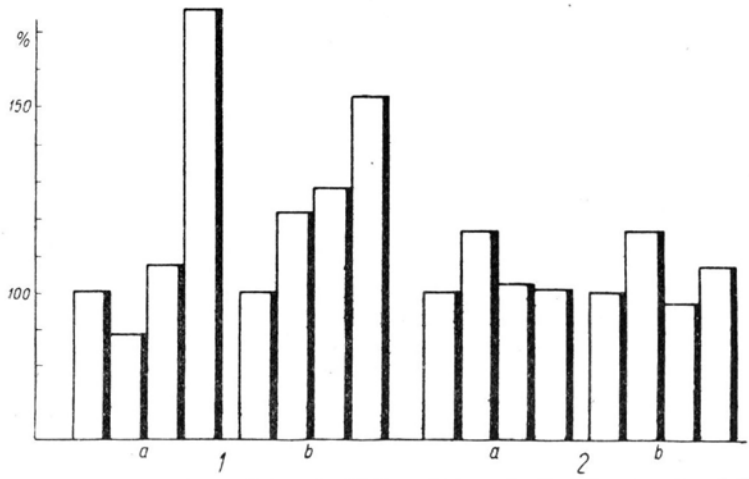
Kontrola	0,65%
Osvobození: záhonová hlína	
1 : 3	0,79%
1 : 4	1,48%
1 : 2	2,5%

Po této zkušenostech sledoval O. Melichar tyto poměry podrobněji; z různých výsledků jeho pokusů jsou nejdůležitější: Zemina s různou koncentrací oxyhumolitů vysychá pomaleji nežli zemina kontrolní. Zemina vyschlá na vzduchu do konstantní váhy si udržuje tím více vody, čím více k ní bylo přimíseno oxyhumolitu.

Půda s oxyhumolitem poutá více vody než půda kontrolni. Do koncentrace vyšší nežli 6 kg/m² přidaného oxyhumolitu je tato voda pro rostliny přístupná. To ukazuje dobře pokus se lnem *(Linum usitatissimum)*. Rostliny naseté do květináčů 19.IX.1953 začaly klíčit po třech dnech. Od šestého dne byla pravidelně měřena výška. Do jedenáctého dne byly rostliny pravidelně stejnoměrně zalévány, pak nebyla další

voda dodávána. Několik dnů rostliny ještě rostly, ale pak postupně zastavovaly růst, jak patrno na grafu obr. č. 3.

U kontroly nastal nápadný zlom 23.dne a od 26.dne výška klesala, t.j. rostliny vadly. V pokusu s 3 kg a 6 kg oxyhumolitu byly rostliny o více než 50% vyšší, přestaly růst po 30 dnech, vadly až po 34 a 35 dnech. Dávka 12 kg/m² sice zvýšila konečný růst asi o 30%, ale poněvadž část vody byla rostlinám nepřístupná, byl růst zpomalen už od dvacátého



Obr. 7. Vliv oxyhumolitů a hnědého uhlí na ředkvičku v zahradní půdě. V každé serii kontrola, Svoboda, Pátý květen, Osvobození. 1) seto 18.IV.1953, sklizeň 10. června 1953. 2) seto 20.VIII.1953, sklizeň 7. října 1953, a) výnos v % kontroly (J. Vávra), b) obsah fosforu v % kontroly (J. Čatský).

Fig. 7. Effect of oxyhumolits and brown coal on radishes in garden soil. In each series: control sample, earth mixed with Svoboda oxyhumolit, May Fifth brown coal, Osvobození oxyhumolit, 1) Sown April 18, 1953, harvested June 10, 1953. 2) Sown August 20, 1953, harvested October 7, 1953. a) yield as percentage of control group (J. Vávra), b) phosphorus content as percentage of control group (J. Čatský).

dne; vadnout začaly však rostliny asi 29 dne. Na konci pokusu byl obsah vody v půdě (momentální vodní kapacita) u kontroly 2,3% a poněvadž rostliny vadly, byla to voda nepřístupná. Vezmeme-li tuto kontrolu za 100%, bylo přes delší dobu růstu rostlin nepřístupné vody daleko více a to u dávky:

3 kg/m²	174%
6 kg/m²	237%
12 kg/m²	331%

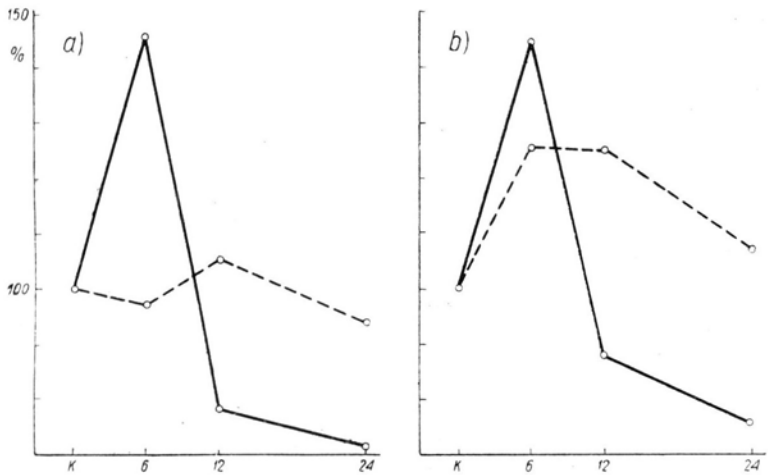
S. Gumiński považuje za rozhodující zvratný redoxpotenciál. V našich pokusech se ukázalo, že redoxpotenciál výluhu je málo závislý na poměru množství substance k vodě. Nejnižší naměřená hodnota byla

395 (Hrabák žlutý), nejvyšší 560 MV (Václav suchý). Hodnoty měřil Dr. M. Smíšek.

Živný roztok s extraktem humolitů má podle několika předběžných pokusů F. Pospíšila vliv i na bioelektrický potenciál kořenů. Vymění-li se kontrolní živný roztok za živný roztok s oxyhumolitem, ukáže povrchový elektrický potenciál kořenů silný výkyv.

Z četných vegetačních pokusů, jež jsme v letech 1950 a dalších dělali hlavně s Dr. J. Vávrou, plyne, že se vzorky různých oxyhumolitů dají rozdělit do zřetelnych skupin, z nichž jedna působí na růst rostlin příznivě až velmi příznivě, druhá je skoro indiferentní až depresivní. Příznivý vliv se týkal sklizně čerstvé váhy i sušiny listů (špenát, *Spinacia oleracea*, salát, *Lactuca sativa*), květenství (květák, *Brassica oleracea botrytis*), bulev (brukev, *Brassica oleracea gongylodes*), cibulí (*Allium cepa*), hypokotylů (ředkvička, *Raphanus sativus*), kořenů (mrkev, *Daucus carota*, cukrovka, *Beta vulgaris saccharifera*), semen (kukuřice, *Zea mays*, rýže, *Oryza sativa* a j.).

Za normálních pěstebních podmínek zvyšuje oxyhumolit výnos cukrovky o 2 až 25%, cukernatost o 0,3 až 1,1%, výnos cukru o 9 až 25%, podle pokusů školy v Mutěnicích může lignit zvýšit váhu jednoho kořene cukrovky až o 75%.



Obr. 8. Vliv vyšších koncentrací oxyhumolitu Osvobození na špenát (*Spinacia oleracea*). Seto 25.IX.1953, klíčí 30.IX.1953, a) 31.X.1953, b) 27.XI.1953. Plná čára: výnos zelené hmoty v % kontroly, přerušovaná čára: obsah fosforu v sušině v % kontroly a) po 30 dnech vegetace, b) po 60 dnech vegetace.

Fig. 8. Effect of higher concentrations of oxyhumolits Osvobození on spinach (*Spinacia oleracea*). Sown September 25, 1953, germinated Sept. 30, 1953 a) October 31, 1953, b) Nov. 27, 1953. Unbroken line: yield of green matter as % of control group. Broken line: phosphorus content in dry matter as percentage of control group. a) after 30 days of vegetation, b) after 60 days of vegetation.

U mrkve byla sklizeň kořenů zvýšena až více než čtyřikrát. Pokusy s mrkví a oxyhumolitem Svoboda ukázaly, že v první době je více urychlován růst kořene, že tedy přírůstky kořene nebyly závislé přímo na fotosynthese. V pozdějších fázích však zvýšený výnos kořene i listu proti kontrole byl zcela paralelní.

Mrkev naseta 4.IV.1952.

Dávka oxyhumolitu Oxyhumolit dosage	6.VI June 6		18.VI June 18		28.VI.1952 June 28, 1952	
	list leaf	kořen root	list leaf	kořen root	list leaf	kořen root
K	100	100	100	100	100	100
1,5 kg/m²	129	150	90	93	136	119
3,0	129	230	129	134	100	105
6,0	156	207	117	135	80	85
9,0	130	139	115	119	79	67

V tomto pokusu je také vidět, že růst je nejvíce urychlen v prvních fázích a že později kontrola může pokusné rostliny skoro dohnat. Vedle toho ukazuje i (pozdější) nepříznivé působení vyšších dávek.

U ředkvičky jsme pravidelne pozorovali, že v koncentracích 1,5 až 3 kg/m² oxyhumolitu Osvobození byla tvorba bulev urychlena (výnos 160 až 180%), u 6 kg/m² byl růst napřed rychlejší, později výnos menší nežli u kontroly. Ale v koncentracích vyšších než 6 kg/m² se zcela obecně tvořily malé bulvy protahlé a tenké, někdy nepravidelného tvaru nebo rostly jen tenké, dlouhé, velmi málo větvené kořeny. Naproti tomu listy rostly i v nejvyšších koncentracích normálně, byly i mohutnější nežli kontroly a sytě zelené.

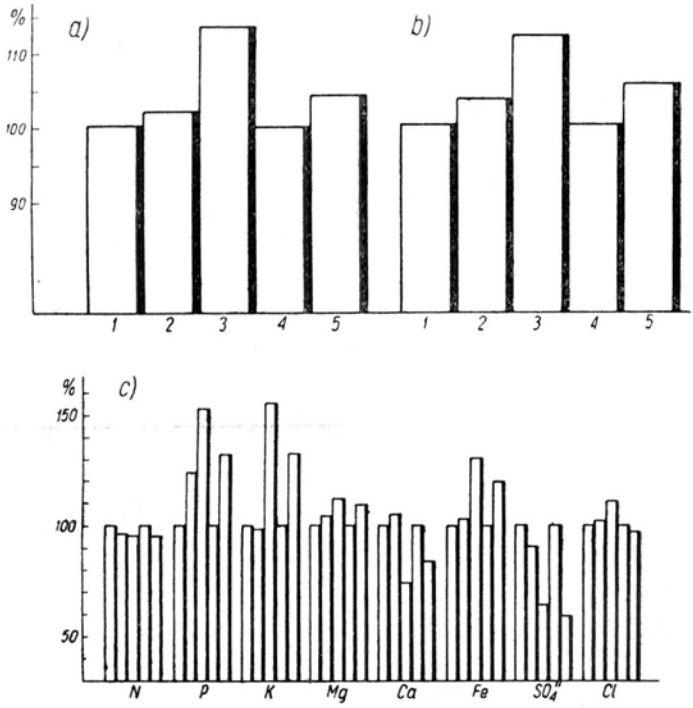
V mnoha pokusech se velmi dobře osvědčil špenát *(Spinacia oleracea)*.

Nejvyšších přírůstků bylo dosaženo u rýže. Rostliny naseté 22.III.1955 měly 29.VI.1955:

Průměrná a procentuální váha jedné rostliny v mg
Average and percentage weight of a rice plant *(Oryza sativa)* in mg

	čerstvá Fresh weight	sušina Dry matter
Kontrola	350 = 100%	90 = 100%
3 kg/m²	508%	366%
6 kg/m²	713%	487%
9 kg/m²	857%	590%

Kvantitativní rozdíly jsou nejzřetelnější podle několika grafů. U lépe rostoucích rostlin bylo velmi často pozorováno, že jsou mnohem intensivněji zelené a zvýšený obsah chlorofylu byl potvrzen srovnáním absorpce extraktů.



Obr. 9. Vliv oxyhumolitu uhlí Osvobození na kukuřici (*Zea mays*) v půdě a vliv oxyhumolitu uhlí Osvobození na kukuřici v pískové kultuře a v zahradní půdě. Varianty: 1) písek a živný roztok Shive (1915), 2) písek a živný roztok s vodním výluhem oxyhumolitu uhlí Osvobození v poměru 5ml výluhu: 100 ml živ. rozt. 3) písek a drcené oxyhumolitu uhlí Osvobození v konc. 6 kg/m², 4) zahradní půda, 5) zahradní půda a drceny oxyhumolitu uhlí Osvobození v konc. 6 kg/m², a) výnos zelené hmoty v% kontroly, b) výnos sušiny v% kontroly, c) složeni popela

Fig. 9. Effect of oxyhumolit Osvobození on maize (*Zea mays*) in the soil and effect of oxyhumolit Osvobození on maize in sand cult.vation and in garden soil. Variations: 1) sand and nutrient solution Shive (1915), 2) sand and nutrient solution with water extract of oxyhumolit Osvobození in the ratio of 5 ml extract: 100 ml nutrient solution, 3) sand and crushed oxyhumolit Osvobození in concentration of 6 kg per square metre, 4) garden soil, 5) garden soil and crushed oxyhumolit Osvobození in concentration of 6 kg per square metre a) yield of green matter as % of control, b) yeld of dry matter as % of control, c) elements in the ash

Rýže odrůdy Kendzo, sloupkující rostliny s 3 až 4 listy

	Weight of dry matter sušina	Chlorophyll content obsah chlorofylu
Kontrola	100%	100%
3 kg/m²	241	110
6 kg/m²	345	158
9 kg/m²	312	142

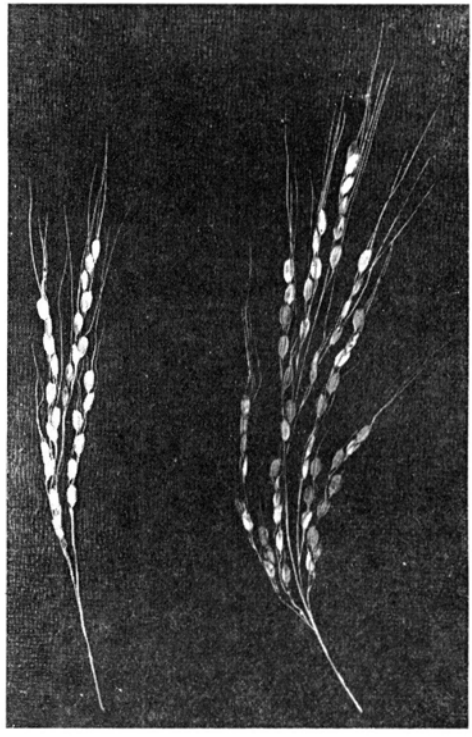
Rýže Kendzo 1954

	Weight of grain váha zrna	Weight of streaw váha slámy
Kontrola	100% (14,5 g)	100% (76 g)
3 kg/m²	275	200
6 kg/m²	404	216
9 kg/m²	350	254

V poslední době S. Prát a F. Pospíšil připravili aktivní huminové kyseliny s C^{14}; to umožní podrobnější pokusy o vlivu na metabolismus.

Velmi dobře se extrakty oxyhumolitů osvědčily při kulturách řas. Různé růstové stimulátory působily podle mnoha pokusů St. Lhot-

A



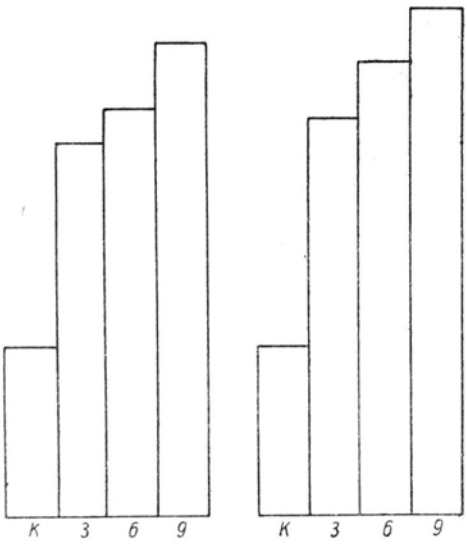
B

Obr. 10. A — Rýže (*Oryza sativa*) odrůda Kendzo. Vyseta 22.III.1956, fotografie po 14 týdnech. Oxyhumolit Osvobození a) 9 kg/m², b) 3 kg/m², c) kontrola.
B — Rýže (*Oryza sativa*) odrůda Kendzo. Vyseta 22.III.1955 v květináčích, sklizen začátek října 1955. Lata a) z kontrolních rostlin, lata b) z pokusu se šesti kg Osvobození/m².

Fig. 10. A — Rice (*Oryza sativa*), Kendzo variety. Sown March 22, 1954, photograph after 14 weeks. Oxyhumolit Osvobození a) 9 kg per square metre, b) 3 kg per square metre, c) control.
B — Rice (*Oryza sativa*) Kendzo variety. Sown March 22, 1955, in flower pots, harvested at the beginning of October 1955, Panicle a) from control plants, b) from experiment using six kg of Osvobození per square metre.

s k é h o na růst různých řasových kultur bud málo nebo neměly patrný vliv. Tyto pokusy by měly vést k analyse tryptofanového metabolismu jednobuněčných řas, není-li odchylný od metabolismu kormofyt. Naproti tomu extrakty z oxyhumolitů se u řas osvědčily jako velmi účinné stimulátory. Z 21 zkoušených druhů řas pouze *Chlorella vulgaris* var. *viridis* a *Ankistrodesmus falcatus* nereagovaly.

Podle koncentrace působí různé extrakty oxyhumolitů na kultury řas příznivě nebo škodlivě. Biologicky silně aktivní oxyhumolity mají nízké rozmezí optimálních koncentrací. Oxyhumolity působí na vybalancování živného roztoku, takže některé škodlivé vlivy jednotlivých složek se neprojeví. Za prítomnosti oxyhumolitů dovedou rostliny využít lépe i těch živin, jichž je v prostředí velmi málo.



Obr. 11. Rýže (*Oryza sativa*) odrůda Kendzo. Pokus s oxyhumolitem Osvobození. Seto 22.III.1955, měřeno 7.V.1955; rostliny měly většinou dva listy. Kontrola a pokus s 3 kg/m², 6 kg/m², 9 kg/m².

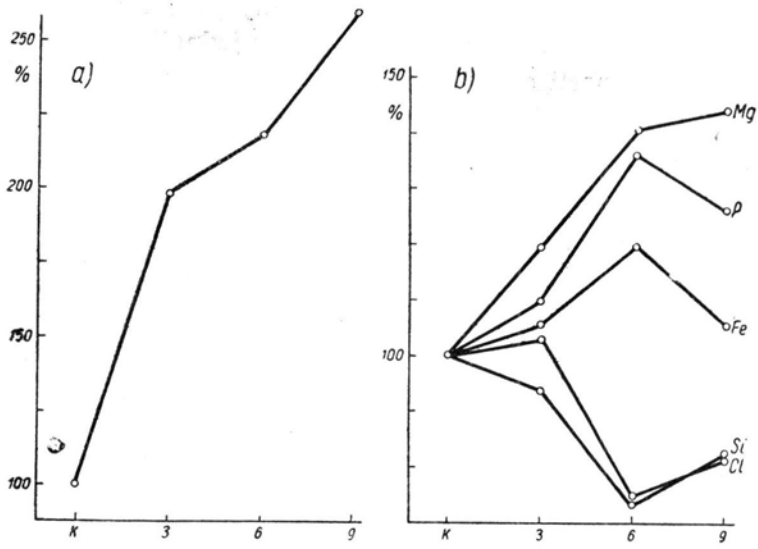
	extinkce chlorofylu z extraktu		sušina		sušiny v čerstvé váze
1 g sušiny					
K	3,15 =	100%	0,03 =	100%	23,1%
3	6,88	218	0,07	233	19,5
6	7,53	239	0,08	268	17,8
9	8,78	278	0,09	300	17,4

Fig. 11. Rice (*Oryza sativa*) Kendzo variety. Experiment with oxyhumolit Osvobození. Sown March 22, 1955, measured May 7, 1955; most of the plants had two leaves. Control and experiment using 3 kg per square metre, 6 kg per square metre and 9 kg per square metre.

	chlorophyll from extract of one gram dry matter		Dry matter		Dry matter in fresh weight
Control (K)	3.15 =	100%	0,03 =	100%	23,1%
3 kg	6.88	218	0,07	233	19.5
6 kg	7.53	239	0.08	268	17.8
9 kg	8.78	278	0.09	300	17.4

Změny koncentrace vodíkových iontů nemají v určitém rozsahu, u různých rostlin různém, vliv na biologickou aktivitu oxyhumolitů. Uplatňují se nejen při optimálním pH, nýbrž podle pokusů L h o t s k é h o i v biologicky nejnepríznivějších krajních hodnotách na kyselé i alkalicke straně, takže zde mohou potom být rozdíly proti kontrole největší. Ale na stabilitu reakce (hodnoty pH) kulturního prostředí vliv nemají. To se projevilo i v jiných našich pokusech s řasami i s vyššími rostlinami.

V literatuře je dosti údajů o lepším využívání minerálních živin za přítomnosti humusových látek. Jako příklad uvádím pouze dlouholeté zkušenosti školy B. Niklewskiho. V našich pokusech bylo nápadné, že celkové procento popela v sušině různých rostlin se celkem neměnilo, ale kvalitativní složení popela rostlin kontrolních a pěstovaných v půdě s oxyhumolity bylo velmi odlišné. Proto nutno podle celkové analysy popela zjistit, kterých prvků přibylo a kterých je proti kontrole méně.



Obr. 12. Vliv oxyhumolitu Osvobození na rýži *(Oryza sativa)* v zahradní půdě, a) výnos zelené hmoty v % kontroly (O. Melichar), b) obsah prvků v sušině w % kontroly (J. Čatský).

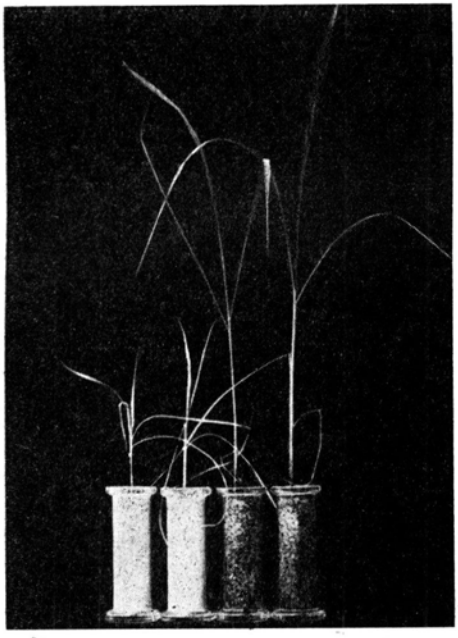
Fig. 12. Effect of oxyhumolit Osvobození on rice *(Oryza sativa)* in garden soil. a) yield of green matter as % of control (O. Melichar) b) content of elements in dry matter as % of control (J. Čatský).

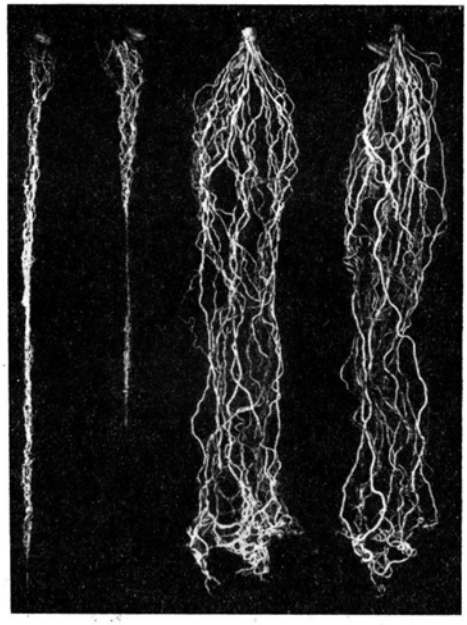
Příjem fosforu pokusnými rostlinami se na začátku vegetace téměř neliší od rostlin kontrolních, avšak později se vlivem humusových látek zvyšuje. Podle pokusů St. Lhotského také řasy využívají lépe fosfátů za přítomnosti extraktu z některých severočeských humolitů.

Tento vyšší obsah fosforu nelze vyložit jednoduše zrychleným příjmem. Aspoň v několika předběžných pokusech s Al. Trnkovou jsme pomocí isotopu P^{32} nezjistili, že by zakořeněné mladé rostliny rajčat *(Solanum lycopersicum)* nebo jejich řízky přijímaly do lodyh a listů aktivni fosfor prokazatelně rychleji z živného roztoku s extraktem humusových látek nežli kontroly. Stejné vysledky dala *Impatiens parviflora.* Ovšem

radioautografická metoda není pro tyto pokusy dostatečně kvantitativní a bude nutno tyto pokusy doplnit měřením aktivity.

Kdybychom jednoduše přijali v literatuře někdy uváděný názor, že humusové látky zpřístupňují živiny nebo že prostě zvyšují permeabilitu (bylo by nutno přesněji říci endosmosu), museli bychom očekávat, že prakticky všechny živiny budou přijímány ve větším množství, čili, že





Obr. 13. Rýže *(Oryza sativa)* odrůda Kendzo v pískové kultuře. Nalevo dvě rostliny kontrolní, napravo dvě nádoby s oxyhumolitem Osvobození (asi 6 kg/m², to je 1 : 10 písku). Seto 3.VII.1955; analysy 10.X.1955. Celé rostliny v nádobách a kořenový systém.

Fig. 13. Rice *(Oryza sativa)*, Kendzo variety in sand cultures. At left two control plants, at right two vessels with oxyhumolit Osvobození (about 6 kg per square metre, that is 1 : 10 of sand). Sown July 3, 1955, analyses October 10, 1955. Entire plants in vessels and root system.

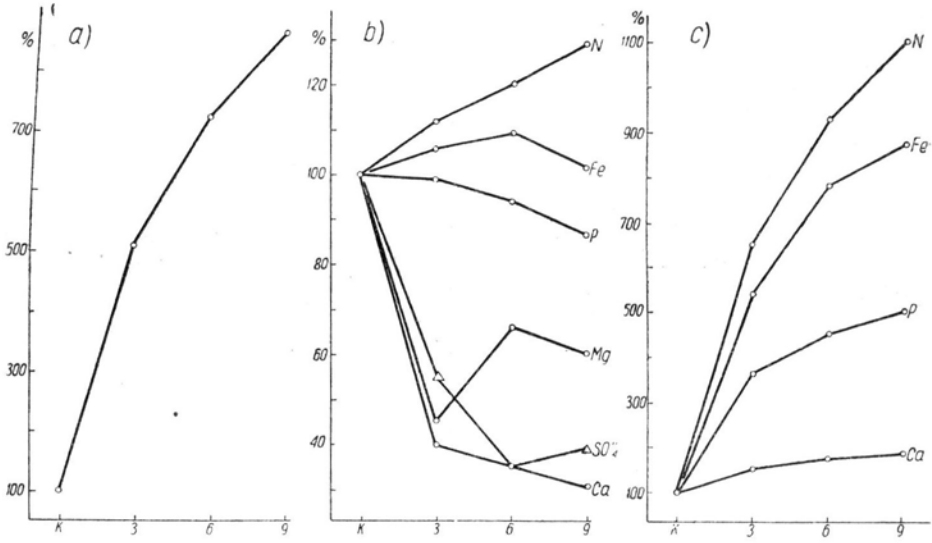
množství popela se zřetelně zvýší. Nejde však jen o permeabilitu, o prosté přijímání živin, nýbrž podstatně je změněn metabolismus. Důležitý je fakt, že v kořenech cukrovky byl přírůstek fosforu nižší nežli v chrástu (listech).

Se zvýšeným obsahem fosforu souvisí i větší množství volutinových zrn v řasových buňkách, jež poukazují nejen na změnu metabolismu fosforu, nýbrž i metabolismu dusíku.

Analysy půdních vzorků ukázaly změny obdobné analysám popela, tak na př. obsah přístupného kalcia a magnesia se od setí do sklizně

prakticky nezměnil, u fosforu a železa ubylo více z půdy s oxyhumolity nežli z kontrolní zeminy se stejnou kulturou.

Různé literární údaje uvádějí poměrně malý vliv dávek hnědého uhlí na leguminosy; s tím se shodují i naše pokusy; můžeme doplnit, že pokusy mičurinského kroužku v Mutěnicích s jihomoravským lignitovým mourem neukázaly vliv na výnos semen fazole. V souhlase s tím ukázaly analysy J. Čatského, že také složení popela fazolí se jen málo liší od kontroly.



Obr. 14. Vliv oxyhumolitu Osvobození na rýži *(Oryza sativa)* odrůda Kendzo v zahradní půdě. Seto 22.III.1955. Vzorky 29.VI.1955. Rostliny měly 3 až 4 listy. a) výnos zelené hmoty v % kontroly (O. Melichar). b) obsah prvků v sušině v % kontroly c) obsah prvků přepočten na jednu rostlinu (J. Čatský).

Fig. 14. Effect of oxyhumolit Osvobození on rice *(Oryza sativa)*, Kendzo variety in garden soil. Sown March 22, 1955. Samples June 29, 1955. Plants had 3 to 4 leaves. a) yield of green matter as % of control (O. Melichar), b) content of elements in dry matter as % of control, c) elements calculated for one plant (J. Čatský).

Obsah dusíku v pokusných a kontrolních rostlinách v listech ani kořenech se prakticky nelišil; ale právě stejný obsah celkového dusíku při zvýšeně sušině svědčí o zvyšeném dusíkatém metabolismu (analysy M. Smíšek). Větší rostliny produkuji více sušiny (v kulturách s oxyhumolitem); nebyly ale chudší dusíkem, jejich zvýšený metabolismus udržel normální poměr uhlíku a dusíku.

Zvýšená resorpce fosfátů a jiných živin není primární příčinou zvýšeného růstu, poněvadž u mladých rostlin zvýšený růst předchází zvýšení obsahu fosfátů v popelu (J. Čatský).

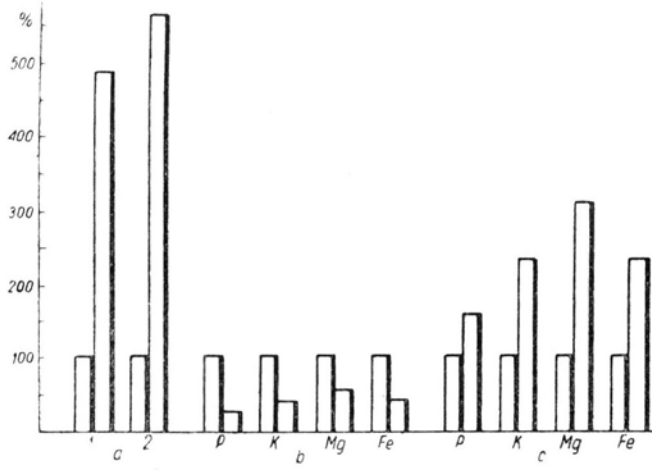
Vliv na růst lze doložit řadou různých pokusů. Vliv na vývoj nebyl tak zřetelný, ale někdy bylo možno dobře pozorovat, že pokusné rostliny

dříve kvetly a zrály. Tak v pokusech se salátem *(Lactuca sativa)* r. 1950 rostliny z pokusných záhonků vyháněly o pět až deset dní dříve do květu nežli kontrola a jejich květenství byla mohutnější.

Stejného dne sklizené palice kukuřice měly procent sušiny zrna:

K	62,57%, přepočteno	100%
3 kg/m²	62,71	100,2%
6 kg/m²	63,58	101,6%
9 kg/m²	64,94	103,8%

Nápadnější vliv na dobu květu a zrání byl při pokusech s rýží *(Oryza sativa)*. Rostliny rýže pěstované v půdě s oxyhumolitem začaly asi o 3 týdny dříve kvést i zrát a to ve větším počtu, nežli rostliny kontrolní.



Obr. 15. Vliv oxyhumolitu Osvobození na rýži *(Oryza sativa)*, odrůda Kendzo v pískové kultuře zalévané Knopovým živným roztokem. Seto 3.VII.1955, analysy 10.X.1955. a) výnos zelené hmoty (1) a sušiny (2) v % kontroly. b) procentuální obsah prvků v sušině v % kontroly, c) celkový obsah prvků v 1 rostlině v % kontroly. V každé dvojici sloupců nalevo kontrola, napravo písek s Osvobozením 10 : 1.

Fig. 15. Effect of oxyhumolits Osvobození on rice *(Oryza sativa)*, Kendzo variety in sand cultures, watered with Knop nutrient solution. Sown July 3, 1955, analyses Oct. 10, 1955. a) yield of green matter (1) and dry matter (2) as % of control, b) percentage content of elements in dry matter as % of control, c) total content of elements in one plant as % of control. In each pair of columns, the one at left is the control, the right is sand mixed with Osvobození in the ratio of 10 : 1.

Humusové látky tedy mohou i dosti podstatně zkrátit vegetační periodu rostlin. Bude však nutno sledovat, jak ovlivňují jednotlivá vývojová stadia, abychom mohli posoudit jejich skutečný význam ve vývoji.

Poněvadž květák, salát, mrkev dosáhly váhy vhodné ke sklizni o 10 až 15 dní dříve nežli v kontrole, mělo by užití oxyhumolitu význam pro kultury ranné zeleniny.

Humusové látky a oxyhumolity nelze považovat za hnojiva ve vlastním slova smyslu, to je nezásobují rostliny potřebným množstvím živin. Je tedy nutno jejich působení vykládat jako stimulaci, jako látky, jež mění metabolismus rostlinné buňky tak, že dané zásoby živin může využívat lépe, to je k větší produkci organické sušiny.

SUMMARY

The great variety of humus substances, the difference in their origin and the method of preparation and application are certainly the chief reasons for the contradictory, mutually opposing, results of experiments.

The several years of vegetation experiments which we have made with Dr. Jos. Vávra, showed in some cases a very favourable effect of oxyhumolits added to the soil, also in an extract to a nutrient solution; other samples, however, had a considerably depressant effect; this is caused by the difference in their solubility, the different quantitative amount of mineral substances contained in them, and the different humus substances; in regard to the latter, the difference in quality is also important; the previous possibilities of chemical analysis have not given us sufficient information about this.

Humic acids are easily soluble in chloralhydrate, in phenol with lactic acid and in other organic acids (formic, acetic). The course of the reaction of a water solution of humic acids with p-fenylendiamin is different according to their origin, the accompanying substances and according to the pH of the solution.

It is necessary to study the effect of oxyhumolits from different points of view. It can be judged chiefly in two aspects: one is the physical effects, such as the long familiar effect on soil structure, on aeration, on the fixing of water, etc. But in another respect, it is necessary to study the effect of humus substances not only in the soil, but also the way it affects plants in nutrient solutions, in extracts, where dissolved substances or colloid systems take effect. It is then necessary to combine both these aspects in a single interpretation.

In all our experiments the effect on the soil structure was very evident and striking, in experiments in vessels and free soil. There was a heavy surface crust on the control plots, whereas the soil having oxyhumolits was very well structured (crumbly and cloddy). The most important of the various results of the experiments are the following: the earth with different concentrations of oxyhumolits dried out more slowly than did the control earth. Earth which was dried to a constant weight in the air retained more water in proportion to the admixture of oxyhumolits.

Soil with oxyhumolit fixes more water than does the control soil. Up to a concentration greater than 6 kg per square metre of oxyhumolit added to the soil, this water is available for plants. This was demonstrated

by the experiment with flax (*Linum usitatissimum*), as is best shown on the graph (no. 3).

The quantitative differences in the vegetation experiments are made most apparent by several graphs. In the case of the plants which grew the best, it was very often observed that they are much more intensely green and that the higher content of chlorophyll was confirmed by the absorption of the extracts.

As for carrots, the harvest of roots was more than quadrupled. The experiment with carrots and the oxyhumolit Svoboda showed that in the first period the growth of the root was speeded up more, and that the increase in growth of the root was not directly dependent on photosynthesis. In later phases, however, the higher increase in yield of root and leaves, as compared with the control plants, was parallel.

In this experiment, the following could also be seen: the growth is speeded up most in the first phases and later the control could almost catch up with the experimental plants. Besides, there was later shown an unfavourable effect of higher dosages.

In the experiments of St. Lhotský with algae cultures, stimulants of a heteroauxin type were ineffective. On the other hand, extracts of oxyhumolites proved to be very effective stimulants; of the 21 types of algae tested, only *Chlorella vulgaris* var. *viridis* and *Ankistrodesmus falcatus* did not react.

Oxyhumolits have an effect on the balancing of the nutrient solution, so that certain harmful effects do not appear. When oxyhumolits are present, plants can make better use even of those food elements which are very scarce in the environment.

Changes in the concentration of hydrogen ions, in a certain amount, different for different plants, have no effect on the biological activity of the oxyhumolits. They have effect not only with the optimum pH, but also with the biologically extremely unfavourable values on the acid and on the alkali side, so that here the differences as compared with the control could be the greatest. But they had no effect on the stability of reaction of the culture environment.

What was striking in our experiments was the fact that the total percentage of ash in dry matter did not generally change in the experiments with oxyhumolits, but the qualitative composition of the ash of control plants and those cultivated in soil having oxyhumolits was very different. Therefore it was necessary to ascertain in the general analysis of the ash, which elements had increased, as compared with the control, and which had decreased.

The intake of phosphorus by the experimental plants differed scarcely at all from the control plants at the beginning, but later it increased, because of the humus substances.

The higher resorption of phosphates and other food elements is not the primary reason for the increased growth, because in young plants the increased growth precedes the increase in phosphate content in the ash.

With the higher metabolism of phosphorus is also connected the larger number of volutin grains in the algae cells, also demonstrating the change in nitrogen metabolism.

S. Prát and F. Pospišil prepared active humic acids with C^{14}. This makes it possible to observe their importance in metabolism in greater detail.

Analyses of soil samples showed changes similar to the analyses of ash, as for example the content of available calcium and magnesium hardly changed at all from the time of sowing to harvest, while phosphorus and iron decreased more from the soils having oxyhumolits than from the control samples.

Various data in literature on the subject show the relatively minor effect of a dosage of brown coal on leguminous plants; our experiments with oxyhumolits also showed the same. Nor did the experiments of the school in Mutěnice with south Moravian lignite dust show any effect on the yield of beans. In accord with this, the analyses of J. Čatsky showed that the composition of their ash differed only very little from the control.

The effect on development was less apparent than the effect on growth. Lettuce plants *(Lactuca sativa)* flowered on the experimental plots five to ten days earlier than the control, and the blossoming was stronger.

Most striking were the experiments on rice *(Oryza sativa)*. Rice plants cultivated in soil having oxyhumolit began to bud about three weeks earlier, and in larger numbers, than did the control plants. Humus substances, therefore could shorten quite substantially the growing period of these plants. It will be necessary, however, to study how they affect the different stages of development, in order to judge their actual significance in development.

Humus substances and oxyhumolits cannot be considered as fertilizers in the real sense of the word, that is, they do not supply the plants with the necessary amounts of plant food. We must, therefore, consider their effect as stimulants, as substances which change the metabolism of the plant cells in such a way that the given stores of plant food can be better utilized, that is, to produce a larger amount of organic dry matter.

The bibliography gives only the additional works to the listing cited in Prát 1955.

LITERATURA

Častký J., 1955, Vliv humusového uhli (kapucinů) na minerální výživu rostlin, Diplomova práca biologické fakulty university Karlovy.

Květ J., 1955, Biologicke působeni rašeliny a rašeliniku, Diplomová práce biologické fakulty university Karlovy.

Lityński T., Jurkowska H. i Pycel Z., 1952, Wartość nawozowa krajowego węgla brunatnego II. Doświadczenie wazonowe z owsem III, Sprawozdanie PAU 53 (5) : 279.

Lityński T., Żuliński R. i Żak Z., 1952, Sorpcja amoniaku przez węgiel. Przemysł chemiczny 31 (8) : 554.

Lityński T., Jurkowska H. i Żak Z., 1952—1953, Wpływ węgla brunatnego na produkcję kwasu cytrynowego u kropidlaka *(Aspergillus niger)*, Acta Microbiologica Polonica 1 (4) : 291—299.

Lhotsky St., 1955, Studie biologické aktivity zemitého hnědého uhli, t. zv. kapucinů, na kulturách řas, Universitas Carolina, Biologica 1 (2) : 155—213.

Meichar O., 1955, Vliv humusového uhli, t. zv. kapucinů na vodni režim pudy, Diplomová práce biologické fakulty university Karlowy.

Němec Ant., 1956, Meliorace degradovaných lesnych půd, St. zeměděl. nakład, Praha.

Prat S., 1955, Literatura a poznámky o biologickém vlivu humolitů *(hlavne kapuciná)*, Ustav pro fysiologii rostlin univ. Karlovy, Cyklostil. 118 stran, 577 citaci.

Prat S., 1955, Žpráva o pokusech s humusovým uhlim (kapuciny), Manuskript, Ustav pro fysiologii rostlin univ. Karlovy.

Prat S., 1955, Vliv humusových látek (kapucinů), Čs. biologie 4 (9): 535—541, Folia biologica 1 (6) : 321—326.

Svoboda J., Beneš K., 1955, Petrografie uhlí. NČSAV Praha.

Šefranek B., Ambrožova M. a Talafantova A., 1955, Přispěvek k poznáni vlivu rašeliny a hnědouhelných prachů při organominerálnim hnojeni. Sbornik ČSAZV 28 (2) : 143—152.

Šefránek B. a Ambrožova M., 1955, Stabilisačni účinek hnědouhelných prachů ve stájovych hnojivech a v půdě, Sbornik ČSAZV 28 (2) : 153—160.

Tichy Vl., 1955, Humus a jeho význam v zemědělstvi a lesnictvi, Přirodovědecký sbornik ostravského kraje 16 (4) : 528—540.

Tichy Vl., 1956, Vliv kvalitativniho složeni humusu na růst a metabolismus mladých rostlin jarni pšenice, Manuskript Katedra fysiologie rostlin přirodov. fak. Masarykovy university, Brno.